

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

DERWENT-ACC-NO: 1978-14163A  
DERWENT-WEEK: 197808  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Mfr. of optical elements having complex and/or non-uniform surfaces -  
by making accurate models for which casting or injection-moulds are made by galvano-plastic process

INVENTOR: HERRMANN, U; SCHAEFER, W ; STURM, H

PATENT-ASSIGNEE: JENOPTIK JENA GMBH[JENA], SCHAFER W[SCHAI]

PRIORITY-DATA: 1976DD-0195249 (October 13, 1976)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PAGES	MAIN-IPC	PUB-DATE	LANGUAGE
DD 128439 A	000	N/A	November 16, 1977	N/A
CS 7706667 A	000	N/A	June 30, 1981	N/A
DE 2727563 A	000	N/A	April 20, 1978	N/A
FR 2367595 A	000	N/A	June 16, 1978	N/A
JP 54058779 A	000	N/A	May 11, 1979	N/A

INT-CL (IPC): B29C001/02; B29D011/00 ; B29F001/02 ; G02B001/04

ABSTRACTED-PUB-NO: DD 128439A

BASIC-ABSTRACT: Reproducible mfr. of optical, plastics, elements by casting of injection-moulding polymerisation, comprises making of these elements, which have been tested for their optical accuracy and efficiency. These model then serve for mfr., by galvanoplastics method, of components of casting or injection-moulds which, in turn, enable the intended accurate optical elements

(5)

Int. Cl. 2:

(10) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



B 29 D 11/00

B 29 F 1/022

B 29 C 1/02

DE 27 27 563 A 1

(11)

# Offenlegungsschrift 27 27 563

(21)

Aktenzeichen: P 27 27 563.4

(22)

Anmeldetag: 18. 6. 77

(23)

Offenlegungstag: 20. 4. 78

(25)

Unionspriorität:

(32) (33) (34)

13. 10. 76 DDR WP 195249

(54)

Bezeichnung: Verfahren zur Herstellung optischer Bauelemente aus Kunststoffen

(71)

Anmelder: Jenoptik Jena GmbH, DDR 6900 Jena

(72)

Erfinder: Schäfer, Wolfgang, DDR 6901 Jena-Winzerla;  
Sturm, Hartmut, Dipl.-Ing., DDR 6530 Hermsdorf;  
Herrmann, Ursula, DDR 6900 Jena;  
Rudolph, Friedrich, Dipl.-Chem. Dr.,  
DDR 6901 Jenaprießnitz Post Wogau; Bär, Otto, DDR 6900 Jena

DE 27 27 563 A 1

~~- 25 -~~ 2727563

Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zur reproduzierbaren Herstellung von optischen Bauelementen aus Kunststoffen mit kompliziert und unstetig gestalteten und/oder aus gleichen oder verschiedenen sphärischen und/oder nichtsphärischen Flächen-  
5 elementen zusammengesetzten optischen Wirkflächen mit Hilfe der Gieß- oder Spritzgießpolymerisation, dadurch gekennzeichnet, daß auf ihre optische Funktionstüchtigkeit geprüfte Musterbauelemente hergestellt werden, die als Modelle zur mehrfachen galvanoplastischen Herstellung der Teile für die Gieß- oder Spritzgießformen dienen, mit  
10 denen wiederum die detail- und funktionsgetreue Abformung optischer Bauelemente aus Kunststoffen durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet,  
15 daß das optische Medium für die Modelle lediglich in den optischen Eigenschaftsparametern mit dem Material zur Herstellung der optischen Kunststoffbauelemente übereinstimmt.

UE/V

3158

809816/0549

Titel: Verfahren zur Herstellung optischer Bauelemente aus Kunststoffen

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung optischer Bauelemente aus Kunststoffen. Besondere Bedeutung gewinnt die Anwendung des erfindungsgemüßen Verfahrens bei der reproduzierbaren Herstellung von optischen Bauelementen, die von kompliziert und unstetig gestalteten und/oder aus mehreren verschiedenen sphärischen und/oder aus nicht-sphärischen Flächenelementen zusammengesetzten optischen Wirkflächen begrenzt werden. Dabei sind auch solche Flächen einbezogen, die nach den gegenwärtigen theoretischen Kenntnissen nicht vorausberechnet werden können. Es handelt sich um solche optischen Bauelemente, die hohen Ansprüchen bezüglich Leistung und Präzision mit z. T. neuen Funktionsprinzipien gerecht werden müssen und die aus den traditionellen optischen Medien, wie anorganischen Gläsern oder Kristallen, und nach den herkömmlichen Bearbeitungsmethoden entweder überhaupt nicht oder nur mit ökonomisch nicht vertretbar hohem technologischen Aufwand herstellbar sind.

Der Einsatz optischer Kunststoffbauelemente ist von außerordentlich großem Interesse im Hinblick auf die Materialökonomie, den hohen Materialausnutzungsgrad bei ihrer Herstellung und in bezug auf die rationelle Nutzung von Rohstoffen. Sie bilden die Voraussetzung für beträchtliche Gewichtersparnisse und Miniaturisierungsmöglichkeiten bei optischen Geräten.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Es ist bekannt, daß sich die meisten Kunststoffe für optische Zwecke durch Fräsen, Drehen und Schleifen formgebend bearbeiten lassen (Jenaer Jahrbuch S. 87 (1967)). Außerdem  
5 ist es möglich, Kunststoffe für optische Zwecke mit gutem Erfolg polierend zu bearbeiten (DT-AS 1 296 367). Jedoch ist die großtechnische Anwendung dieser Verfahren zur Herstellung optischer Bauelemente aus organischen Kunststoffen in großen Stückzahlen im Gegensatz zu den anorganischen Gläsern und Kristallen wegen der grundsätzlich andersartigen physikalischen und chemischen Struktur- und Material-eigenschaften mit erheblichem, technologischem Aufwand verbunden, um zu optisch einwandfreien Oberflächen zu gelangen (Kunststoffe 51, S. 572 - 573 (1961); J. Opt. Soc. Amer. 41,  
10 Nr. 11, S. 808/809 (1951)).  
15

Zur Vermeidung dieser Nachteile sind je nach den besonderen physikalischen und chemischen Eigenschaften der optischen Kunststoffe bzw. ihrer Ausgangsmaterialien und hinsichtlich der jeweiligen Anforderungen an die Funktion der optischen Bauelemente verschiedene Verfahren der Formgebung mit Hilfe von Formen bekannt, die mit optischer Präzision hergestellt werden müssen. Im Zusammenhang mit dem zunächst ausschließlichen Einsatz thermoplastischer Kunststoffe erfolgte die Formgebung durch Pressen, Prägen  
20 bzw. Spritzprägen. Neben einigen Vorteilen (große Stückzahl, kurze Ausstoßzeiten der Bauelemente) besteht bei diesen Verfahren der Nachteil darin, daß die so hergestellten Kunststoffbauelemente nur sehr einfachen optischen Ansprüchen genügen. (Oberflächengenauigkeit nicht unter  
25 20 Ringe).  
30

Wegen ihrer mechanischen und thermischen Empfindlichkeit sind sie für die Optikkonstruktion nur bedingt einsetzbar. (Plaste und Kautschuk 19, S. 41, (1972)). Weitere Nachteile bestehen darin, daß nur spezielle Stahl-  
35 sorten und NE-Legierungen zur Formenherstellung geeignet

sind, deren Oberflächenbearbeitung mit optisch präzision sehr schwierig ist. (Plastverarbeiter, 18, S. 619 - 626, (1967); Plastverarbeiter 21, S. 1065 - 1068, (1970)).

Im Rahmen der Entwicklung duroplastischer Kunststoffe für optische Zwecke sind verschiedene Verfahren zur Herstellung optischer Bauelemente durch Gießen bekannt, wobei die Polymerisation der dreidimensional vernetzenden Monomeren in Formen aus optisch bearbeitetem Glas erfolgt. Zwischen den Teilen der Formen sind Distanzringe aus elastischen Kunststoffen angeordnet. Die Formteile werden mit Federkraft während der Polymerisation zusammengehalten. (US-Patent 2 542 386; US-Patent 2 964 501; US-Patent 3 038 210). Daneben kamen in untergeordnetem Maße auch noch Metall-Speziallegierungen als Formenmaterial zur Anwendung. (Brit. Patent 916 377).

Auch Glaskeramik wurde als Material für optische Gießformen verwendet. (DT-OS 2 346 078).

Ein gemeinsames Merkmal aller dieser Gießverfahren ist die während der Polymerisation mehr oder weniger auftretende Schrumpfung des Polymerisationsansatzes, die sich in beträchtlichen Deformationskräften auf die Formbauteile auswirken. Um diese Kräfte abzufangen und den Volumenverlust auszugleichen, ist das Material, aus dem die Distanzringe zwischen den Formteilen bestehen, in vielfältiger Weise modifiziert worden. (Polyäthylen, Polyisobutylen, PVC u. Ä.). Auch die Form der Ringe ist verschiedentlich verändert worden. (US-Patent 3 881 683; DT-AS 1 629 575). Dadurch sollte die Haltbarkeit der Formbauteile erhöht und die Oberflächengenauigkeit der optischen Kunststoffbauelemente nach der Polymerisation gewährleistet werden. Dem letztgenannten Ziel dienen auch zusätzlich von außen auf die Formen wirkende Federkräfte, die in ihrer Stärke auf die Schrumpfung abgestimmt sind. (US-Patent 2 542 386; Brit. Patent 916 377).

Gleichfalls der Verbesserung der Oberflächengenauig-

k it und bes nders d r rati nall ren Fertigung größerer Stückzahlen dient die bekannte Verarbeitung duroplastischer Kunststoffe zu optischen Bauelementen mit Hilfe des Spritzgießens in Formen aus Spezialstahl, Glas und Glaskeramik. (Feingerätetechnik 20, 332, (1971); DT-AS 2 354 987; 5 DT-OS 2 204 830).

Zur Steigerung der Produktivität bei der Fertigung größerer Stückzahlen sind darüberhinaus Mehrfachformen zur Herstellung optischer Kunststofflinsen bekannt geworden. 10 (DT-OS 2 409 013; Brit. Patent 1 395 203). Zum Stande der Technik gehört weiterhin, Formen aus poliertem, optischen Glas zu verwenden, wobei die Glasformteile zusätzlich einem speziellen Härtungsprozeß zur Steigerung ihrer Haltbarkeit unterworfen wurden. Außerdem wird zur Verringerung 15 der Schrumpfungskräfte eine Vorpolymerisation außerhalb der Form durchgeführt. (Jenaer Jahrbuch, S. 85, (1967)). Hierbei bestehen jedoch die Nachteile darin, daß sich gehärtete Glasoberflächen sehr schwierig und nur mit hohem Aufwand mit optischer Präzision bearbeiten lassen. Daher 20 kann die Härtung der Glasformteile erst nach der optischen Bearbeitung erfolgen. Da die Härtung jedoch in einer Hochtemperaturbehandlung mit anschließender zeitgesteuerter Abkühlung der Glasteile besteht, ist hiermit der weitere Nachteil verbunden, daß keine Gewähr für die Reproduzierbarkeit der Oberflächengenauigkeit, insbesondere für höhere optische Ansprüche, gegeben ist.

Weitere wesentliche Mängel der beschriebenen Verfahren bestehen darin, daß ihre Leistungsfähigkeit nur für optische Bauelemente aus Kunststoffen mit relativ einfachen Anforderungen an die optische Qualität und Funktion ausreicht. (Brillengläser, Lupen, Sucheroptik u. ä.). 30 Außerdem ist die Oberflächenbearbeitung der Spezialstähle und -legierungen für die Formen technologisch sehr schwierig. In der Praxis hat sich erwiesen, daß die Haltbarkeit und die Gebrauchsduauer der Formen nicht ausreicht. Daher 35

ist die Herstellung einer großen Anzahl von Formen notwendig, was bei der Verwendung aller beschriebener Materialien zu sehr hohen Fertigungskosten führt.

Der Senkung des technischen und ökonomischen Aufwands für die Formenherstellung und der Vereinfachung der Formenherstellung dient weiterhin ein Verfahren zur Herstellung optischer Bauelemente aus Kunststoffen, bei dem von einem Originalmuster eines optischen Bauelementes eine zweiteilige Formkopie aus einem thermoplastischen, wachsähnlichen Kunstharz hergestellt wird. Diese zwei Formhälften werden als Gießform für das herzustellende Bauelement verwendet. Im letzten Stadium der Gießpolymerisation schmilzt auf Grund der damit verbundenen Temperaturrentwicklung das Formenmaterial ab und kann erneut zu Formabgüssen vom Originalmodell verwendet werden. (DT-OS 1479601).

Ein weiterer Vorschlag besteht darin, von einer Modellform aus Glaskeramik oder Stahl ausgehend, im Spritzgießverfahren die Formhälften der Gießformen zur Herstellung optischer Kunststoffbauelemente herzustellen, wobei ebenfalls thermoplastische Kunststoffe, wie Polyamid, Polyäthylenterophthalat u. ä., als Formenmaterial verwendet wird. (DT-AS 2 354 987).

Die Nachteile dieser Verfahren bestehen insbesondere darin, daß sie ebenfalls nicht für die Herstellung von Hochleistungsoptik geeignet sind. Die Verwendung thermoplastischer Kunstharze als Material für die Gießformen bedeutet eine thermische Instabilität der Form im Hinblick auf die Abformung optisch präziser Flächen durch die bei erhöhter Temperatur ablaufende Polymerisation. Abgesehen davon müssen die chemischen und physikalischen Eigenschaften, besonders die thermischen Parameter der Kunstharze für die Form, sorgfältig auf die rheologischen und thermischen Vorgänge während der Polymerisation abgestimmt sein. Das führt dazu, daß nur ein Teil der zur Verfügung stehenden optischen Kunststoffmedien nach diesem Verfahren

- 5 -  
7

verarbeitbar ist.

Ebenfalls ausgehend von einem Modell ist zur Herstellung optischer Bauelemente mit Fresnelstrukturen und ähnlichen Flächenelementen auch das galvanoplastische Abformverfahren zur Anwendung gekommen, um die Standzeit der Formen zu erhöhen und den technischen und ökonomischen Aufwand bei der Formherstellung zu senken. (Plastverarbeiter 21, 1069, (1970); DT-AS 2 258 468).

Die Nachteile bestehen darin, daß die Modellform nur aus bestimmten, der präzisen Bearbeitung zugänglichen Materialien bestehen kann, z. B. aus Metallen wie Messing und Stahl oder aus Lackschichten wie z. B. Schellack. Außerdem wirkt auf die Materialauswahl einschränkend, daß die Oberflächen für die galvanische Metallabscheidung entweder elektrisch leitend sein oder als Voraussetzung dazu hydrophile Eigenschaften aufweisen muß. Die Hydrophilierung der meist hydrophoben Oberflächen der Kunststoffe konnte andererseits nur mit Mitteln realisiert werden, die Beschädigungen der Oberflächenstrukturen zur Folge hatten.

Weiterhin ist ein Verfahren zur Hydrophilierung von feinstrukturierten Kunststoffoberflächen ohne die genannten Nachteile zur galvanoplastischen Abformung vorschlagen worden, wodurch die Palette der dafür verwendbaren Kunststoffe stark erweitert wurde.

Diese Verfahren beschränken sich jedoch auf die Abformung einfacher oder solcher feinstrukturierten Flächen, die entweder für ihre beabsichtigte Funktion exakt vorzusuberechnen oder in einzelne, berechenbare Flächenelemente zerlegbar sind, deren zugehörige Formenelemente nach ihrer Einzelherstellung zur Modellform zusammengefaßt werden können, wie das z. B. bei Fresnelstrukturen und ähnlichen Flächenelementen möglich ist. (US-Patent 3 873 184).

35 Die Notwendigkeit einer mechanischen Nachbearbeitung

der Formlinge ist ebenfalls nicht in jedem Falle auszu-schließen. (DT-AS 2 258 468).

Zusammenfassend ist zur Charakterisierung der bekannten technischen Lösungen festzustellen, daß alle Verfahren 5 zur Herstellung optischer Bauelemente aus Kunststoff eine Reihe von Mängeln und Nachteilen aufweisen. Zunächst ist der hohe technische und ökonomische Aufwand zur Herstellung der Formen, insbesondere bei geringen Stückzahlen, zu nennen. Im Falle hoher Stückzahlen, bzw. bei optischen 10 Bauelementen einer gemeinsamen Grundform, aber mit vielfältig variierenden Einzelparametern, wie z. B. bei Brillengläsern, stellt die notwendige Lagerhaltung einer sehr hohen Anzahl an Formbauteilen einen weiteren Nachteil dar. Die begrenzte Haltbarkeit und Belastbarkeit der bekannten 15 Formen aus Glas wirkt sich in der gleichen Richtung nachteilig aus.

Die Steigerung der Haltbarkeit und Belastbarkeit der Formen (gehärtetes Glas, Glaskeramik, Metall) ist mit erhöhtem Arbeitsaufwand zu ihrer Herstellung verbunden.

Ein wesentlicher Mangel der bekannten Verfahren besteht darin, daß nur Optik-Bauelemente mit einfachen Ansprüchen an die Funktionsparameter und mit vorausberechenbarer Oberflächenform und -genauigkeit (Passe = 10 Ringe) herstellbar sind.

Auch die Verfahren, die das Prinzip der Abformung 25 von einem Modell zur Herstellung der Formen oder der optischen Bauelemente selbst anwenden, weisen noch wesentliche Nachteile auf. Das Material zur Herstellung der Formmodelle unterliegt einigen Eigenschaftskriterien, die die Palette 30 der geeigneten Stoffe stark einschränken.

Die Anwendung des Verfahrens der galvanoplastischen 35 Abformung zur Herstellung optischer Bauelemente aus Kunststoff ist bisher auf optische Wirkflächen begrenzt, die entweder einfach gestaltet sind oder im Falle von feinstrukturierten oder komplizierten Oberflächen in ihrer

Gesamth it oder in inzelen Flächenelementen exakt vor-ausberechnen sein müssen.

Ziel der Erfindung:

Das Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, optische Bauelemente hoher Leistung und Präzision aus Kunststoffen reproduzierbar bei geringem ökonomischen Aufwand sowohl in kleinen wie in großen Stückzahlen aus allen bekannten optischen Kunststoffmedien unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen optischen Parameter herzustellen.

Weiterhin verfolgt die Erfindung das Ziel, neue Funktionsprinzipien optischer Systeme zu realisieren, die die Voraussetzungen für die weitere Miniaturisierung bei optischen Geräten und beträchtliche Gewichtersparnisse bilden.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, optische Kunststoffbauelemente herzustellen, deren Herstellung bisher wegen fehlender Möglichkeiten der präzisen Formenherstellung oder an den mangelnden Entformungsmöglichkeiten der optischen Kunststoffe scheiterte.

In die Aufgabenstellung sind auch Bauelemente aus optischen Kunststoffen einbezogen, deren Formen nach den gegenwärtigen theoretischen Kenntnissen nicht exakt vor-ausberechnet werden können und die bisher nicht realisierbare Kombinationen optischer Wirkflächen in demselben Bau-element beinhalten.

Die Aufgabe der Erfindung wird außerdem dadurch charakterisiert, Bauelemente hoher optischer Leistung mit großer Widerstandsfähigkeit gegen mechanische, thermische und chemische Einflüsse herzustellen, die aus den traditionellen optischen Medien, wie anorganischen Gläsern oder Kristallen und nach den herkömmlichen formgebenden Bearbeitungsmethoden entweder überhaupt nicht, qualitativ unvollkommen oder nur mit ökonomisch nicht vertretbar hohem technisch n Aufwand herstellbar sind. Von b sond rem

~~-10-~~

Interesse ist dabei die Verwendung optischer Duroplaste.

Aufgabe d r Erfindung ist es weiterhin, di notwen-  
digen Formen mit geringem ökonomischen und technischen  
Aufwand und mit hoher Präzision, Haltbarkeit und Belast-  
barkeit herzustellen.

Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe durch ein Ver-  
fahren zur reproduzierbaren Herstellung von optischen Bau-  
elementen aus Kunststoffen mit kompliziert und unstetig  
gestalteten und/oder aus gleichen oder verschiedenen sphä-  
rischen und/oder nichtsphärischen Flächenelementen zusam-  
mengesetzten optischen Wirkflächen mit Hilfe der Gieß-  
oder Spritzgießpolymerisation gelöst, dessen besonderes  
Merkmal darin besteht, daß auf ihre optische Funktions-  
tüchtigkeit geprüfte Musterbauelemente als Modelle zur  
galvanoplastischen Herstellung der Teile für die Gieß-  
oder Spritzgießformen verwendet werden.

Dadurch wird gewährleistet, daß mit der reproduzier-  
baren Abformung der Oberflächendetails der optischen Wirk-  
flächen gleichzeitig ihre optische Funktionssicherheit auf  
die Formen und die mit ihnen hergestellten optischen Bau-  
elemente übertragen wird.

Ein weiteres Kennzeichen der Erfindung besteht darin,  
daß das optische Medium für die Modelle lediglich in den  
optischen Eigenschaftsparametern mit dem Material zur Her-  
stellung der optischen Kunststoffbauelemente übereinstim-  
men muß.

Ausführungsbeispiel:

Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren an einem  
Ausführungsbeispiel erläutert.

Der erste Schritt besteht in der Herstellung eines Mo-  
dellbauelementes, das gleichzeitig die Aufgaben eines La-  
borfunktionsmusters erfüllt. Die Auswahl des zur Herstel-  
lung des Modells in Frage kommenden optischen Mediums rich-  
tet sich nach den vom optischen Bauelement zu erfüllenden  
Funktionsparametern, den dazu notwendigen optischen Daten

(Brechungsindex, Abbe-Zahl, Transmission bzw. Disp rsion u. ä.) und der mechanischen Bearbeitbarkeit der zur Verfügung stehenden optischen Medien unter Berücksichtigung der erforderlichen Oberflächengestalt des Modells.

5 Es ist nicht notwendig, für die Herstellung des Modells das gleiche optisch durchlässige Material zu verwenden, aus dem das eigentliche Bauelement hergestellt wird. Vielmehr ist es möglich, aus technologischen und ökonomischen Erwägungen heraus die Auswahl unter sämtlichen optischen Kunststoffmedien und den anorganischen optischen Gläsern zu treffen. Um ein dem herzustellenden optischen Kunststoffbauelement maß- und funktionsgetreues Modell herzustellen, ist lediglich die Übereinstimmung der optischen Daten erforderlich.

10 15 Nach der vom optischen Bauelement vorliegenden Zeichnung wird das Modell durch mechanische Oberflächenbearbeitung hergestellt. Durch spanende Bearbeitung auf einer Kugeldrehmaschine mit Präzisionsdiamantwerkzeugen werden nach bekannten Verfahren bei 1100 bis 1800 U/min auf den meisten optischen Kunststoffen brillante Oberflächen mit hoher Genauigkeit erzeugt. Sofern es erforderlich ist, wird noch ein Polierarbeitsgang auf ebenfalls bekannte Weise zur Endbearbeitung angeschlossen.

20 25 Im Falle der Herstellung des Modells aus optischen Gläsern ist außer der Bearbeitung durch Präzisionsfräsen auch das Schleifen mit anschließendem Polieren nach üblichen Methoden möglich.

30 35 Sofern sie für die optische Funktionsprüfung nicht von Bedeutung sind, können Sonderstrukturelemente, wie einfache, stufen- oder kegelförmige Bohrungen in der optischen Achse, auch nach der Entnahme des fertigen Baulementes aus der Form angebracht werden.

Nachdem das Modellbauelement hergestellt worden ist, wird es der optischen Funktionsprüfung unterworfen. Bei nicht exakt vorausberechenbaren Flächen erfolgen in dieser

Phas in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Funktionsprüfung Korrekturen und Retuschen der Oberflächen, bis die Zielparameter der Funktion des optischen Bauelements erfüllt sind. Dieses Modellbauelement wird nunmehr zur galvanoplastischen Herstellung der Formteile ohne Beeinträchtigung der optischen Oberflächengenauigkeit hydrophilisiert und dadurch einer galvanoplastischen Abformung zugänglich gemacht.

Im nächsten Verfahrensschritt wird es in eine auf die Maße des optischen Bauelements abgestimmte PVC-Fassung in der Weise eingelegt, daß die jeweils untere Fläche des Modells nicht beschädigt werden kann. Nach dem chemischen Versilbern zur Erzeugung elektrischer Leitfähigkeit auf der jeweils nach oben gekehrten Fläche läßt man das Ni-Cu-Cr-Galvano in der bekannten Weise auf der versilberten Oberfläche aufwachsen. Nach der Abtrennung der so gebildeten ersten Galvanoformhälfte von dem Modell und der PVC-Fassung wird das Modell nunmehr mit der anderen Fläche nach oben in die PVC-Fassung eingelegt. Die zweite Galvanoformhälfte wird in derselben Weise, wie beschrieben, hergestellt.

Der nun folgende Abschnitt des Verfahrens besteht in der Kombination der beiden Formhälften zu einer Gießform unter Verwendung eines elastischen Zwischenrings, z. B. aus Polyäthylen. Die gesamte Form wird durch Federkraft zusammengehalten.

Nachdem die Formen mit dem Polymerisationsansatz gefüllt worden sind, erfolgt auf der Grundlage eines radikalischen, zeit- und temperaturgesteuerten Polymerisationsverfahrens, wie es z. B. im DL-WP 62 448 vorgeschlagen wurde, die Bildung des optischen Bauelements. Nach der Öffnung der Form liegt es entsprechend dem Modell ohne Nachbearbeitung in maß-, form- und funktionsgetreuer Form vor.

Weitere Ausführungsformen des erfindungsgemäßen

Verfahrens bestehen darin, daß in der Gießform ein Galvanoform ist in Verbindung mit einem elastischen Zwischenring mit einem zweiten Formteil aus gehärtetem Glas oder Metall kombiniert ist.

5 Außerdem ist es möglich, daß eine oder beide der Formteile lediglich galvanoplastisch erzeugte Einsätze mit optisch wirksamen Strukturen besitzen.

10 In einer weiteren Variante können die Formen je nach der Stückzahl der zu fertigenden Teile auch als Spritzgießform ausgebildet werden.

15 Von einem Modell lassen sich bei voller Reproduzierbarkeit mindestens vier Galvanoformen herstellen. Mit jeder Galvanoform bzw. ihren Varianten sind 1000 bis 10 000 optische Kunststoffbauelemente in einwandfreier Funktion ohne Nacharbeit herstellbar.

20 Um die Leistungsfähigkeit und Anwendungsmöglichkeiten des erfindungsgemäßen Verfahrens zu verdeutlichen, sind in beigefügter Zeichnung eine Reihe beispielhafter optischer Bauelemente dargestellt, die bisher entweder nicht oder nur mit hohem technischen und ökonomischen Aufwand herstellbar waren. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens sind sie mit relativ einfachen technischen Mitteln und mit vertretbarem ökonomischen Aufwand in großen und in kleinen Stückzahlen aus optischen Kunststoffen herstellbar.

25 Fig. 1 veranschaulicht eine Ringlinse mit zwei konvexen optischen Flächen, von denen eine mit einer Struktur versehen sein kann. Sie sind in Durchmessern von 10 bis 160 mm und mit Bohrungen, die kleiner als 2 mm bis zu  $2/3$  des Durchmessers der Linse betragen können, herstellbar, wobei auch zylindrisch abgestufte oder kegelförmige Bohrungen (Fig. 2) realisierbar sind.

30 Anwendungsgebiete sind die Erzeugung ringförmiger Lichtsignale in der Datenverarbeitung und Dunkelfeldbeleuchtungen von Bildfeldern.

35 Fig. 3 stellt ebenfalls eine Ringlinse dar, die mit

einer Bohrung von max. 2 mm Durchmessern ausgestaltet ist. Sie ist in Durchmessern bis zu 100 mm, insbesondere im Bereich bis zu 30 mm Durchmesser, herstellbar und weist eine torische Ringfläche auf, deren Scheitelpunkt des Krümmungsradius auf einem Kreis liegt, der nur max.  $\frac{1}{3}$  des Durchmessers der Linse beträgt. Die Gegenfläche kann konkav, konvex oder strukturiert sein. Das Anwendungsgebiet ist die Erzeugung von Lichtsignalen von Ringflächen gestalt.

Fig. 4 veranschaulicht eine Rillenlinse mit einer polierten, konkaven sphärischen oder torischen Fläche und einer Bohrung von 2 mm bis zu  $\frac{2}{3}$  des Durchmessers der Gesamtlinse, der ebenfalls bis zu 160 mm betragen kann. Auch hier kann die Gegenfläche konkav, konvex, plan und poliert oder strukturiert ausgeführt sein. Ihre Anwendung liegt z. B. bei der Aufweitung ringförmiger Lichtsignale.

Fig. 5 und 6 stellen asphärische Linsen dar, die mit oder ohne Achsenbohrung herstellbar sind. Anwendungsbiete erschließen sich in der Verkürzung optischer Systeme bei sehr guter Korrektur.

Die Fig. 7, 8 und 9 bringen Formen verschiedener planer und aplanatischer Presnel-Bauelemente aus Kunststoffen zum Ausdruck, bei denen geradlinige oder kreisförmige Rillenabstände bis herab zu 0,05 mm realisiert werden können. Ihre Anwendung erstreckt sich auf die Verkürzung und Vereinfachung optischer Systeme.

In der Fig. 10 sind sphärische oder asphärische Einzelflächen auf einer Grundplatte dargestellt, die als Fliegenaugenoptik, Tabenkondensoren bzw. Linsenraster Anwendung finden.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist durch diese Beispiele nicht in seiner Anwendungsmöglichkeit beschränkt. Es ist darüberhinaus eine Vielzahl von optischen Bauelementen für Beleuchtungs-, Ablese- und Abbildungszwecke möglich, die die unterschiedlichsten Kombinationen von optischen Wirkflächen aufweisen, z. B. sphärische, asphä-

- 14 -  
15

2727563

risch , plane Flächen in poliertem oder strukturiertem Zustand mit mattierten, streuenden Strukturen, Skalen, Fresnel- und Rasterstrukturen.

3158

809816 / 0549

*16*  
Leerseite

-17-

2727563

Nummer:

Int. Cl. 2:

Anmeldetag:

Offenlegungstag:

27 27 563

B 29 D 11/00

18. Juni 1977

20. April 1978

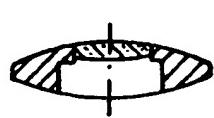


Fig. 1

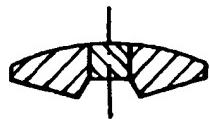


Fig. 2

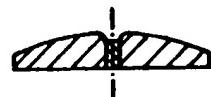


Fig. 3



Fig. 4

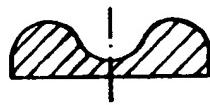


Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9



Fig. 10

809816 / 0549